

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

УДК 004.021

В. Л. Колесников, А. И. Бракович

Белорусский государственный технологический университет

МЕНТАЛЬНОЕ КАРТРИРОВАНИЕ И UML-ОПИСАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

В настоящее время разработка имитационных моделей сложных систем, равно как и других программных средств, требует применения средств автоматизированного проектирования для уменьшения числа ошибок в логике приложения. В связи с модернизацией виртуального производственного комплекса по переработке волокнистых отходов было предложено описывать разрабатываемое программное средство в виде диаграмм UML.

Основной целью разрабатываемой имитационной модели является генерация базы данных для интеллектуального анализа. В базу данных при активном состоянии виртуального комплекса с заданным временным интервалом заносятся значения выходных показателей и текущих параметров. Значения параметров могут изменяться пользователем или путем решения компромиссных оптимизационных задач для обеспечения требуемых значений показателей.

Для воссоздания реальных условий работы комплекса требуется смоделировать колебания погоды, ветрового режима, курсов валют, ценовой ситуации на рынке продукции, сырья, материалов, требований возмещения ущерба за загрязнение окружающей среды. Возможности виртуального производственного комплекса по поиску оптимального технологического режима и имитации колебаний параметров позволяют рассматривать сам виртуальный производственный комплекс как активное действующее лицо в ходе его использования.

Разработанное UML-описание виртуального производственного комплекса дает возможность освоить UML-моделирование реальных производственных процессов.

Ключевые слова: ментальное картирование, имитационное моделирование, программное средство, UML-диаграммы.

V. L. Kolesnikov, A. I. Brakovich

Belarusian State Technological University

MENTAL MAPPING AND UML-DESCRIPTION OF VIRTUAL INDUSTRIAL ENTERPRISE

Currently, the development of simulation models of complex systems, as well as other software, requires the use of computer-aided design tools to reduce the number of errors in the application logic. In connection with the modernization of the virtual enterprise of fibrous waste disposal it was offered to describe developed software tool in the form of UML diagrams.

The main purpose of the developed simulation model is to generate databases for predictive analysis. The database with the active state of the virtual enterprise with a predetermined time interval of recorded output values and current parameters. Parameter's values can be changed by the user or by solving compromise optimization problems to provide the required performance values.

To re-create the real conditions of the enterprise it is required to simulate the fluctuations of weather, wind conditions, exchange rates, the price situation on the products market, raw materials, claims for damages for polluting the environment. Features of virtual production enterprise for finding the optimal process parameters and simulation mode oscillations allow us to consider it as an active actor in the course of its use.

Developed UML-description of the virtual industrial enterprise allows to learn the UML real simulation of production processes.

Key words: mental mapping, simulation, software tool, UML-diagrams.

Введение. Построение имитационной системной модели производственного комплекса заключается в описании его структуры и про-

цессов функционирования. В описании имитационной модели выделены две составляющие: статическое описание системы, которое

является описанием ее структуры, и динамическое описание взаимодействий ее элементов [1].

Идея метода с точки зрения его программной реализации состоит в том, что элементам системы ставятся в соответствие некоторые программные компоненты, а состояния этих элементов описываются с помощью переменных состояния. Элементы, по определению, взаимодействуют (или обмениваются информацией), поэтому реализован моделирующий алгоритм функционирования отдельных элементов. Кроме того, элементы существуют во времени, поэтому разработан алгоритм изменения переменных состояний. Динамика в имитационных моделях реализована с помощью механизма продвижения модельного времени.

В основу системной математической модели производственного комплекса утилизации волокнистых отходов положен мультипликативный принцип расчета многокомпонентных материальных балансов технологической системы через любые заданные промежутки времени, например, через отрезок времени, равный времени выработки одной тонны продукции. На рис. 1 в качестве примера показан трехэлементный фрагмент информационно-потокowego мультиграфа.

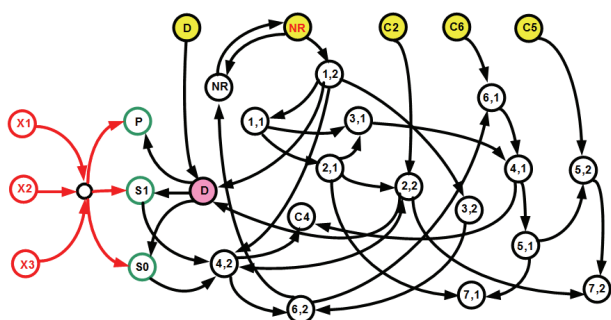


Рис. 1. Информационно-потоковой мультиграф трехэлементной системы

Связь состава потоков с режимными параметрами осуществляет комплекс полиномиальных моделей, описывающих зависимость степени удержания каждого компонента потока в структуре листового материала при формовании от управляющих воздействий. Зависимость свойств готовой продукции от состава материальных потоков описывает второй комплекс полиномиальных моделей.

Таким образом, в одной системной математической модели объединены расходные и режимные управляющие параметры с качеством готовой продукции, экономикой и экологией в условиях псевродинамики.

Основная часть. В [2] описывается разработанное авторами интерактивное программное

средство, имитирующее все основные условия функционирования реального предприятия, структура которого показана на рис. 2.

Устройство и работу этого комплекса обычным таблично-текстовым способом описать практически невозможно. Схема комплекса включает 18 стадий (технологических операторов), 45 материальных потоков, каждый из которых состоит из 8 компонентов, связи между элементами комплекса (дуги информационно-потокowego мультиграфа) описаны 476 математическими выражениями. Условия и результаты работы производственного комплекса определяют значения 57 переменных.

В линейной записи информации о том, что представляет собой производственный комплекс, обычно используются текст с заголовками, списками, таблицами и схемами. Записанное трудно запомнить и еще труднее восстановить в памяти. Время при такой записи расходуется очень неэффективно.

Вместо линейной записи целесообразно использовать радиальную. Это значит, что главная тема, на которой будет сфокусировано наше внимание, располагается в центре листа. Иными словами, действительно в фокусе внимания.

Ключевые слова помещаются на ветвях, расходящихся от центральной темы. Связи (ветки) должны быть скорее ассоциативными, чем иерархическими. Ассоциации, которые, как известно, очень способствуют запоминанию, могут подкрепляться символическими рисунками.

На рис. 3 представлена ментальная карта, дающая представление о размерности проблемы, связанной с организацией использования виртуального производственного комплекса в учебном процессе. Следует обратить внимание на то, что каналы связи имеют двустороннюю направленность, поэтому спонтанное или осмысленное изменение информации, происходящее в любом разделе карты, нуждается в осмыслении и принятии оперативных управленческих решений для поддержания работы комплекса в оптимальном режиме.

В настоящее время разработка имитационных моделей сложных систем, равно как и других программных средств, требует применения средств автоматизированного проектирования для уменьшения числа ошибок в логике приложения. В связи с модернизацией виртуального производственного комплекса по переработке волокнистых отходов было предложено описывать разрабатываемое программное средство в виде диаграмм UML.

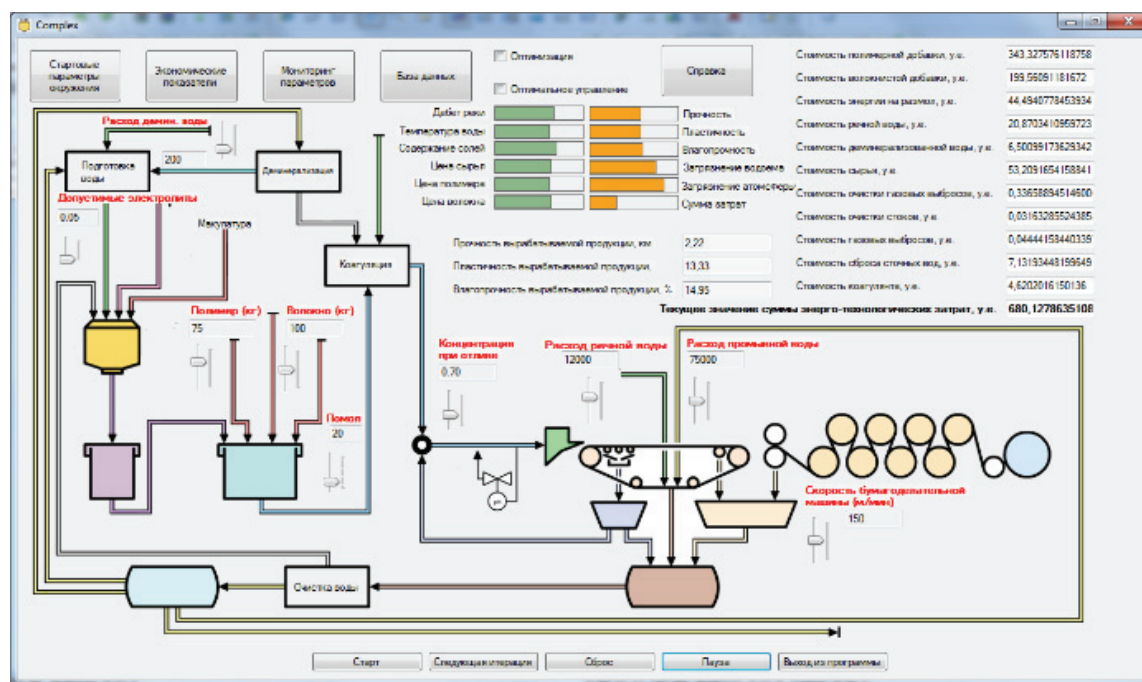


Рис. 2. Интерфейс разработанного программного средства



Рис. 3. Ментальная карта структуры и функционирования виртуального производственного комплекса

Основной целью разрабатываемой имитационной модели является генерация базы данных для интеллектуального анализа. В базу данных при активном состоянии виртуального комплекса с заданным временным интервалом заносятся значения выходных показателей и текущих параметров. Значения параметров могут изменяться пользователем или путем решения компромиссных оптимизационных задач для обеспечения требуемых значений показателей.

Стоит отметить, что для воссоздания реальных условий работы комплекса требуется смоделировать колебания погоды, ветрового режима, курсов валют, ценовой ситуации на рынке продукции, сырья, материалов, требований

возмещения ущерба за загрязнение окружающей среды. Возможности виртуального производственного комплекса по поиску оптимального технологического режима и имитации колебаний параметров позволяют рассматривать сам виртуальный производственный комплекс как активное действующее лицо в ходе его использования.

Учитывая вышесказанное, были созданы диаграммы вариантов использования, представленные на рис. 4 и 5.

Для реализации описанных возможностей виртуального производственного комплекса было решено создать ряд классов, описанных диаграммой классов, показанной на рис. 6.



Рис. 4. Вариант диаграммы использования виртуального производственного комплекса для создания базы данных



Рис. 5. Вариант диаграммы использования виртуального производственного комплекса для нахождения оптимальных технологических режимов методом случайного поиска

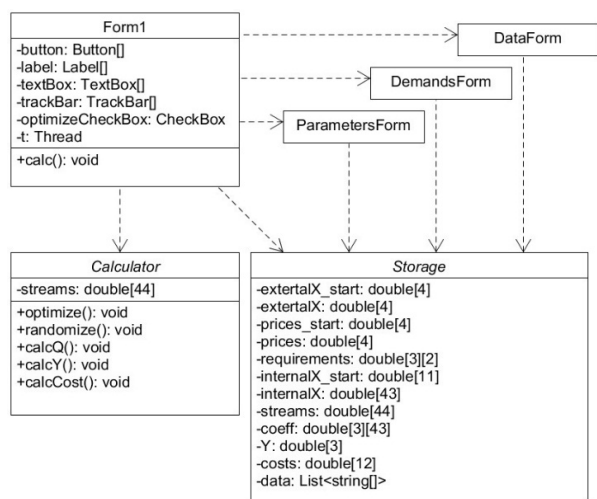


Рис. 6. Диаграмма классов виртуального производственного комплекса

Класс главной формы Form1 содержит элементы управления (кнопки Button, надписи Label, текстовые поля TextBox, регуляторы TrackBar) для вызова вспомогательных форм, ввода значений параметров и наблюдения за изменением параметров и показателей. Для симуляции работы виртуального производственного комплекса в классе главной формы содержится поток Thread.

Для структурирования программного кода было создано два вспомогательных абстрактных класса. Первый из них (Storage) является хранилищем значений входных, внутренних и выходных переменных. При вводе пользова-

телем данных на вспомогательных формах ввода параметров окружения (ParametersForm) и требований к показателям (DemandsForm) производится занесение введенных данных в массивы extertalX_start, prices_start и requirements класса Storage. Также при изменении значений технологических параметров на главной форме выполняется внесение их значений в массив internalX_start класса Storage. Получаемые в ходе симуляции данные сохраняются в списке массивов строк data для последующего отображения на вспомогательной форме DataForm при помощи элемента управления DataGridView и сохранения в формате CSV.

Второй вспомогательный класс Calculator содержит функции для выполнения случайного локального поиска optimize, внесения случайной погрешности в значения параметров randomize, расчета внутренних потоков комплекса calcQ, значений показателей calcY и суммы затрат calcCost. Данные функции вызываются при запуске симуляции в функции calc главной формы, которая запускается в отдельном потоке. Функция optimize вызывается только в том случае, если на главной форме отмечен флажок optimizeCheckBox. Функция randomize вносит отклонения в значения параметров относительно начальных значений extertalX_start, prices_start и internalX_start и записывает полученные значения в массивы extertal, prices и internalX соответственно. Важно отметить, что массив технологических потоков streams дублируется в классе Calculator, так как согласно технологическому процессу, значения технологических потоков на текущем шаге влияют на значения технологических потоков на следующем шаге.

Приведенный порядок выполнения функций описан диаграммой последовательности, представленной на рис. 7.

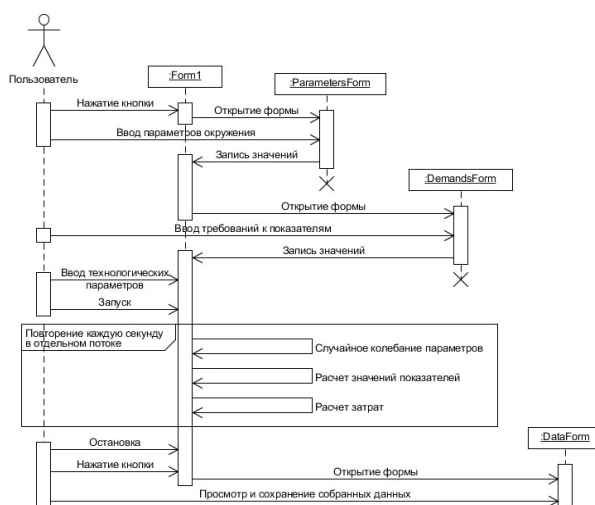


Рис. 7. Диаграмма последовательности выполнения действий в виртуальном производственном комплексе

Заключение. Применение массивов для хранения данных позволяет использовать такой эффективный прием программирования, как расчет значений полиномов при помощи циклов, которые содержат прибавление к значению полинома произведения значения пара-

метра или псевдофактора на соответствующий коэффициент, а разработанное UML-описание виртуального производственного комплекса дает возможность освоить UML-моделирование реальных производственных процессов.

Литература

1. Колесников В. Л., Урбанович П. П., Жарский И. М. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем. Минск: БГТУ, 2004. 532 с.
2. Kolesnikov V., Urbanovich P., Brakovich A. Modeling and software implementation of fibrous waste disposal processes // *New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation – NEET' 2015: proc. of the 9-th Intern. conf.* Lublin, 2015. P. 37.

References

1. Kolesnikov V. L., Urbanovich P. P., Zharskiy I. M. *Komp'yuternoye modelirovaniye i optimizatsiya khimiko-tekhnologicheskikh sistem* [Computer simulation and optimization of chemical processes]. Minsk, BGTU Publ., 2004. 532 p.
2. Kolesnikov V., Urbanovich P., Brakovich A. Modeling and software implementation of fibrous waste disposal processes. *New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation – NEET' 2015: proc. of the 9-th Intern. conf.* Lublin, 2015, p. 37.

Информация об авторах

Колесников Виталий Леонидович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: vitalykolesnikov@mail.ru

Бракович Андрей Игоревич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: brakovich@yandex.ru

Information about the authors

Kolesnikov Vitaliy Leonidovich – DSc (Engineering), Professor, Professor, the Department of Information Systems and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vitalykolesnikov@mail.ru

Brakovich Andrey Igorevich – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor, the Department of Information Systems and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: brakovich@yandex.ru

Поступила 07.03.2016